

# Исследование эволюции доменной структуры и особенностей токов переключения в монокристаллах титанил-фосфата калия

Васькина Е.М.<sup>1</sup>

Научный руководитель: Ахматханов А.Р.<sup>2</sup>, к.ф.-м.н., доцент

Научный руководитель: Шур В.Я.<sup>3</sup>, д.ф.-м.н., профессор, г.н.с.

Институт естественных наук и математики, Уральский федеральный университет

<sup>1</sup>ekaterina.vaskina@urfu.ru; <sup>2</sup>andrey.akhmatkhanov@urfu.ru; <sup>3</sup>vladimir.shur@urfu.ru

Представлено исследование эволюции доменной структуры и анализ токов переключения в монокристаллах титанил-фосфата калия ( $\text{KTiOPO}_4$ , КТР) при переключении поляризации в широком диапазоне внешних электрических полей.

Исследовались образцы толщиной 2 мм, вырезанные перпендикулярно полярной оси с объемной проводимостью  $3 \cdot 10^{-9} \text{ Ом}^{-1} \text{ см}^{-1}$ . Для проведения экспериментов использовалась установка, позволяющая одновременно регистрировать ток переключения и *in situ* наблюдать эволюцию доменной структуры. Впервые с помощью оптической микроскопии в данном материале проведена визуализация статической доменной структуры без селективного химического травления. Выявлено два типа изолированных доменов: ромбической и прямоугольной формы, ориентированных вдоль  $Y$  направления и два типа движущихся доменных стенок: (1) с отклонением от  $X$  направления примерно на  $30^\circ$  ( $X_{+30}$ ) и (2) с отклонением от  $Y$  направления менее чем на  $10^\circ$  ( $Y_+$ ). Измерены скорости движения доменных стенок. Предложена модель движения доменных стенок за счет генерации элементарных ступеней и движения кинков [1]. Показано, что скорость доменной стенки в КТР пропорциональна концентрации кинков. Обнаружен эффект стабильности доменной формы при слиянии двух соседних ромбических доменов.

С помощью приложения к образцу прямоугольных биполярных импульсов с разной амплитудой измерена полевая зависимость времени переключения с полем активации 9,4 кВ/мм. Использование треугольных биполярных импульсов позволило измерить зависимость коэрцитивного поля ( $E_c$ ) от скорости нарастания внешнего электрического поля ( $dE_{ex}/dt$ ). Аппроксимация зависимости степенным законом позволила определить значение коэрцитивного поля при квазистатическом переключении (при  $dE_{ex}/dt$  стремящемся к нулю), равное 2,5 кВ/мм.

Показано, что токи переключения могут быть разделены на две части. Первая часть, представляющая собой гладкий ток, соответствующий двумерному росту изолированных доменов, проанализирована в рамках модифицированной модели Колмогорова-Аврами [2,3]. Вторая часть представляет собой скачкообразный ток, соответствующий интенсивному слиянию доменов. Показано, что форма токов второй части качественно меняется с увеличением амплитуды внешнего электрического поля. Токи переключения, полученные в слабых полях, проанализированы модифицированным методом Корчака. Определен показатель Херста ( $0.58 \pm 0.02$ ), который указывает на то, что переключение поляризации в КТР представляет собой слабый персистентный процесс с длительной корреляцией.

Работа выполнена с использованием оборудования УЦКП «Современные нанотехнологии» УрФУ, при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (Акт 211, Соглашение 02.А03.21.0006), РФФИ (Грант 16-02-00724-а) и гранта Президента Российской Федерации для молодых ученых (договор №14.Y30.17.2837-МК).

## Литература

1. Shur V.Ya., Vaskina E.M., Pelegova E.V., et al, *Appl. Phys. Lett.* **109**, 132901 (2016).
2. Kolmogorov A.N. *Izv. Acad. Nauk USSR; Ser. Math.* **3**, 355 (1937).
3. Shur V.Ya., Rumyantsev E.L., Makarov S.D. *JAP* **84**, 445 (1998).